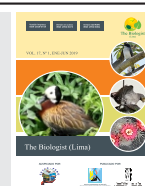




## The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### MORPHOMETRY OF *PHYSALAEMUS BILIGONIGERUS* (ANURA: LEPTODACTYLIDAE) IN TWO ENVIRONMENTS WITH DIFFERENT PERTURBATION

### MORFOMETRÍA DE *PHYSALAEMUS BILIGONIGERUS* (ANURA: LEPTODACTYLIDAE) EN DOS AMBIENTES CON DISTINTA PERTURBACIÓN

Florencia Chiapero<sup>1</sup>; Santiago Flores Mariscal<sup>1</sup>; David Elías Panigo<sup>2</sup> & Fernando Carezzano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Morfología Animal, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Avda. Vélez Sarsfield 299, Córdoba (X5000JJC), Argentina.

<sup>2</sup>Cátedra de Bioestadística, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Avda. Vélez Sarsfield 299, Córdoba (X5000JJC), Argentina.  
Corresponding author: E-mail: fercarezza@yahoo.com

## ABSTRACT

Argentina's agricultural frontiers have been expanding causing a fragmentation and simplification of ecosystems and, therefore, a decline of biodiversity, and conditions that affect amphibian populations. Morphometry is used as a support to explain biological processes and in anurans it allows to relate morphometric variations relation to different environmental contaminants. The objective of this study is to provide basic data about external morphometry and corporal conditions of adult individuals from both sexes of *Physalaemus biligonigerus* (Cope, 1861) that inhabit a highly disturbed environment. It's important to point out that amphibians' changes in size and corporal conditions has been proposed as a reference to estimate environmental deterioration. The specimens analyzed were in two different environments with different antropic perturbation (agroecosystem and forest). Their corporal mass was registered (MC) as well as nine morphometric variables: snout to vent length (LHC), mouth width (AB), eye width (DO), inter-orbital distance (DIO), eye-nose distance (DON), forearm length (LAB), femur length (LF), tibia length (LT) and hindlimb toe length (LP). A corporal condition factor has been estimated through the equation  $K=[MC/LHC^3]*100.000$  to evaluate the general condition of the individuals. Compared to individuals coming from the forest the agroecosystem's specimens showed significant lower values in seven morphometric variables in females (LHC, DIO, DON, LB, LF, LT y LP) and five in males (LHC, DIO, DON, LT y LP). Also, it was observed that in both sexes the corporal condition factor was lower in the individuals coming from the agroecosystem. It concludes that the differences found between the analyzed populations might be related to the level of antropic perturbation.

**Keywords:** agroecosystem – amphibians – morphometric characteristics – *Physalaemus biligonigerus*

## RESUMEN

La frontera agrícola en Argentina se ha expandido notoriamente provocando una fragmentación y simplificación de los ecosistemas y, por consiguiente, una disminución de la biodiversidad, problemática que afecta las poblaciones de anfibios. La morfometría es empleada como soporte para explicar procesos biológicos y en anuros permite evidenciar variaciones morfológicas en relación a distintos contaminantes ambientales. El objetivo del presente trabajo es aportar datos básicos sobre la morfometría externa y la condición corporal de individuos adultos de ambos sexos de *Physalaemus biligonigerus* (Cope, 1861) que habitan un ambiente altamente perturbado y determinar si estos presentan variaciones significativas en comparación con ejemplares provenientes de un sitio con baja perturbación. Los ejemplares analizados fueron muestreados en dos ambientes con diferente perturbación antrópica (un agroecosistema y un bosque) y se registró su masa corporal (MC) y nueve variables morfométricas: largo hocico-cloaca (LHC), ancho de la boca (AB), diámetro ocular (DO), distancia interocular (DIO), distancia ojo-narina (DON), largo del antebrazo (LAB), largo del fémur (LF), largo de la tibia (LT) y largo del pie (LP). A los fines de evaluar el estado general de los individuos se estimó un factor de condición corporal mediante la ecuación  $K=[MC/LHC^3]*100,000$ . Los ejemplares del agroecosistema presentaron valores significativamente menores en siete variables morfométricas en las hembras (LHC, DIO, DON, LB, LF, LT y LP) y cinco en los machos (LHC, DIO, DON, LT y LP) en relación a los individuos provenientes del bosque. También se observó que, en ambos sexos, el factor de condición corporal fue menor en los ejemplares del agroecosistema. Se concluye que las diferencias halladas entre las poblaciones analizadas pueden estar relacionadas con el grado de perturbación antrópica.

**Palabras clave:** anfibios – agroecosistema – *Physalaemus biligonigerus* – variables morfométricas

## INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas, con el advenimiento de los cultivos transgénicos, la frontera agrícola en Argentina se ha expandido notoriamente. Este crecimiento ha provocado una fragmentación y simplificación de los ecosistemas naturales, expansión de los monocultivos, aumento del uso de agroquímicos y, por consiguiente, una notoria disminución de la biodiversidad (Cabido, 2008; Verga *et al.*, 2018). Las poblaciones de anfibios no están al margen de esta problemática, puesto que desde hace tiempo se encuentran en franco retroceso a nivel mundial (Blaustein *et al.*, 1994; Reaser, 1996; Houlahan *et al.*, 2000; Stuart *et al.*, 2004; Lips *et al.*, 2005; Wake & Vredenburg, 2008; Simon *et al.*, 2011; Carezzano *et al.*, 2013ab). Es importante destacar que estos vertebrados son excelentes bioindicadores de calidad ambiental (Simon *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2017) y cumplen múltiples roles funcionales dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein & Wake, 1990; Stebbins & Cohen, 1995).

La morfometría es la descripción cuantitativa de las formas y su posterior análisis e interpretación y es una herramienta importante para la investigación en biología (Rohlf, 1990). Es empleada como soporte para explicar una variedad de procesos biológicos que generan diferencias morfológicas entre los individuos como, por ejemplo, las enfermedades, el desarrollo ontogenético y los procesos de adaptación a factores geográficos locales (Zelditch *et al.*, 2004). En anuros estos estudios permiten detectar diferencias fenotípicas intraespecíficas entre poblaciones geográficamente separadas (Marin Da Fonte, 2010; Baraquet *et al.*, 2012), explicar relaciones filogenéticas (Maneyro & Arrieta, 2000; Sinsch *et al.*, 2002; Méndez *et al.*, 2004; Fabrezi, 2006; Blackburn, 2008; Grenat *et al.*, 2012) o bien estimar variaciones morfológicas en relación a distintos contaminantes ambientales (Vences *et al.*, 2002; Amor *et al.*, 2009; Spear *et al.*, 2009; Thammachoti *et al.*, 2012; Jilani *et al.*, 2018; Otero *et al.*, 2018).

El índice de codición corporal permite realizar una estimación simple y rápida sobre el estado sanitario general del animal, aporta datos sobre la absorción de alimentos y se propone como indicador de la calidad del hábitat (Goede & Barton, 1990; Reading, 1990; Sztatecsny & Schabetsberger, 2005). En relación a esto, es importante señalar que las modificaciones en el tamaño y la condición corporal de los anfibios se han propuesto como referencia para estimar deterioro ambiental en respuesta a las transformaciones del hábitat y como medidas indirectas de salud individual o poblacional (Neckel-Oliveira & Gascón, 2006; Delgado-Acevedo & Restrepo, 2008; Matías-Ferrer & Escalante, 2015).

*Physalaemus biligonigerus* (Cope 1861) es un anuro de amplia distribución en la región neotropical, citada para el centro y noreste de Argentina, Paraguay, Bolivia, Uruguay y sur de Brasil (Ceí, 1980) y está considerada como especie no amenazada (Lavilla & Heatwole, 2010; IUCN, 2019). Es uno de los anuros más comunes en los cuerpos de agua de los extensos humedales de los agroecosistemas del centro de Argentina, en donde deposita sus huevos en nidos de espuma desde comienzos de la primavera hasta fines del verano, período que coincide con la aplicación de agroquímicos en los campos de cultivo (Carezzano & Cabrera, 2010). Es por esto que *P. biligonigerus* puede ser considerada como un excelente bioindicador ambiental (Babini *et al.*, 2015).

El objetivo del presente trabajo es aportar datos básicos sobre la morfometría externa y la condición corporal de adultos de ambos sexos de *P. biligonigerus* que habitan un ambiente altamente perturbado y determinar si estos individuos presentan variaciones morfométricas significativas en comparación con ejemplares provenientes de un sitio con baja perturbación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En individuos adultos de ambos sexos de *P. biligonigerus* se registró la masa corporal (MC) y nueve variables morfométricas: largo hocico-cloaca (LHC), ancho de la boca (AB), diámetro

ocular (DO), distancia interocular (DIO), distancia ojo-narina (DON), largo del antebrazo (LAB), largo del fémur (LF), largo de la tibia (LT) y largo del pie (LP) (Peltzer & Lajmanovich, 1999; Cortes Gómez *et al.*, 2016). La elección de estas variables obedece a que, además de ser fáciles de registrar, aportan valiosa información sobre varios aspectos de la biología de estos organismos (Cortes Gómez *et al.*, 2016). Los individuos (n= 76) provienen de la colección herpetológica del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Córdoba y fueron muestreados en dos ambientes con diferente nivel de perturbación antrópica: uno de ellos corresponde a los extensos agroecosistemas de la ecorregión Pampa de Argentina (Brown *et al.*, 2005), próximos a la localidad de Ucacha (33° 2' S, 63° 31' W) (Fig. 1; Fig. 2 A) (AC 775-810; 846-847; 854-858) y el otro a bosques de la ecorregión Espinal (Brown *et al.*, 2005), próximos a la localidad de Las Peñas (30° 33' S, 64° 02' W) (Fig. 2 B) (MZUC 586-588; 601-608; 613-614; 620-621; 675-676; 737-738; 1144-1145; 1230-1232; 1249-1251; 1375-1380).

Para realizar las mediciones se utilizó una balanza digital (precisión 0,01 g) y un calibre digital (precisión 0,01 mm). Los datos obtenidos se analizaron mediante estadísticos descriptivos empleando el software R versión 3.2.2 (2015). Se aplicaron los test de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) y Levene (Levene, 1960) a los fines de determinar si los errores presentaban distribución normal y si las varianzas eran homogéneas. Aquellas variables que no cumplían con los supuestos mencionados se sometieron a un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952). Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando los valores p fueron <0,05.

A los fines de evaluar el estado general de los individuos de *P. biligonigerus* del agroecosistema y del bosque se estimó un factor de condición corporal mediante la ecuación  $K=[MC/LHC^3]*100,000$  (Fulton, 1904; Lüddecke, 2001). En general, cuanto mayor es K, mayor es el contenido de grasa del animal y, por consiguiente, presenta más energía disponible para utilizar en los diferentes procesos (Neff & Cargnelli, 2004).

Aspectos éticos: Los autores indican que siguieron los procedimientos estándares éticos del país.

**RESULTADOS**

Los datos obtenidos se indican en la Tabla 1. Los ejemplares de *P. biligonigerus* del agroecosistema presentan valores significativamente menores en siete variables morfométricas en las hembras

(LHC, DIO, DON, LB, LF, LT y LP) y cinco en los machos (LHC, DIO, DON, LT y LP), en relación a los individuos provenientes del bosque. También se observa que, en ambos sexos de *P. biligonigerus*, el factor de condición corporal es menor en los ejemplares del agroecosistema.

**Tabla 1.** Variables morfométricas (mm), masa corporal (g) y factor de condición corporal de adultos de *Physalaemus biligonigerus* provenientes de dos ambientes con diferente perturbación. K, factor de condición corporal; LHC, largo hocico-colaca; AB, ancho de la boca; DO, diámetro ocular; DIO, distancia interocular; DON, distancia ojo-narina; LB, largo del brazo; LF, largo del fémur; LT, largo de la tibia; LP, largo del pie; MC, masa corporal; DE, desvío estándar; mín, valor mínimo; máx, valor máximo.

	AGROECOSISTEMA			BOSQUE		
	alta perturbación			baja perturbación		
	hembra (n= 25)			hembra (n=7)		
	K= 99,82 ± 7,44			K= 101,04 ± 9,85		
	media ± DE	mín	máx	media ± DE	mín	máx
LHC*	31,46 ± 0,71	30,74	32,84	38,83 ± 2,65	34,53	41,96
AB	9,30 ± 1,18	6,70	11,52	8,56 ± 0,93	6,93	9,83
DO	3,34 ± 0,43	2,32	3,89	2,79 ± 0,37	2,44	3,29
DIO*	2,84 ± 1,18	2,00	5,37	5,52 ± 0,61	5,10	6,24
DON*	1,95 ± 0,44	1,34	3,02	2,97 ± 0,26	2,72	3,48
LB*	5,69 ± 0,34	4,64	6,20	7,13 ± 0,53	6,00	7,97
LF*	9,94 ± 0,56	8,80	11,78	11,92 ± 1,30	7,00	13,51
LT*	9,93 ± 1,33	7,99	13,36	14,83 ± 2,28	7,00	18,86
LP*	13,93 ± 2,23	12,01	19,39	20,85 ± 1,31	7,00	21,93
MC*	3,11 ± 0,81	2,01	4,98	5,92 ± 1,36	4,26	7,01
	macho (n= 18)			macho (n= 26)		
	K= 104,74 ± 8,67			K= 108,48 ± 9,80		
	media ± DE	mín	máx	media ± DE	mín	máx
LHC*	32,33 ± 2,08	29,07	38,41	34,49 ± 3,33	29,78	44,77
AB	7,94 ± 1,05	6,75	10,38	7,84 ± 0,88	6,27	9,59
DO	2,52 ± 0,24	2,29	3,28	2,63 ± 0,36	1,76	3,40
DIO*	5,13 ± 0,54	4,43	6,58	5,22 ± 0,46	4,60	6,05
DON*	2,64 ± 0,22	2,30	3,11	2,83 ± 0,22	2,50	3,40
LB	5,81 ± 0,55	5,07	6,64	6,58 ± 0,84	4,99	8,33
LF	10,51 ± 1,02	9,27	13,39	10,98 ± 1,24	8,77	13,94
LT*	12,46 ± 1,45	10,30	15,51	14,00 ± 1,84	11,85	19,74
LP*	15,61 ± 1,60	13,23	19,74	18,29 ± 2,07	13,92	22,06
MC*	3,54 ± 0,93	1,78	6,21	4,45 ± 1,87	1,94	10,26



## DISCUSIÓN

En este trabajo se observa que los individuos de *P. biligonigerus* del agroecosistema, tanto hembras como machos, son de menor tamaño y condición corporal que los individuos del bosque, situación también observada en otros estudios similares (Neckel-Oliveira & Gascón, 2006; Delgado-Acevedo & Restrepo, 2008; Matías-Ferrer & Escalante, 2015). Esta disminución en la talla y condición corporal es atribuida a factores tales

como cambios en los patrones de movimiento, estrés durante el desarrollo y disponibilidad de alimento (Warkentin, 1995; Szatecsny & Schabersber, 2005; Neckel-Oliveira & Gascón, 2006; Relyea, 2007; Touchon *et al.*, 2013).

En los agroecosistemas, los sitios de reproducción son escasos y se limitan a charcas temporarias (Knutson *et al.*, 2004) provocando hacinamiento, mayor índice de depredación, menor disponibilidad de alimento y, por ende, mayor competencia intra e interespecífica. Esto resulta en



Figura 1. Ejemplares de *P. biligonigerus* colectados en el agroecosistema. Foto: F. Carezzano.

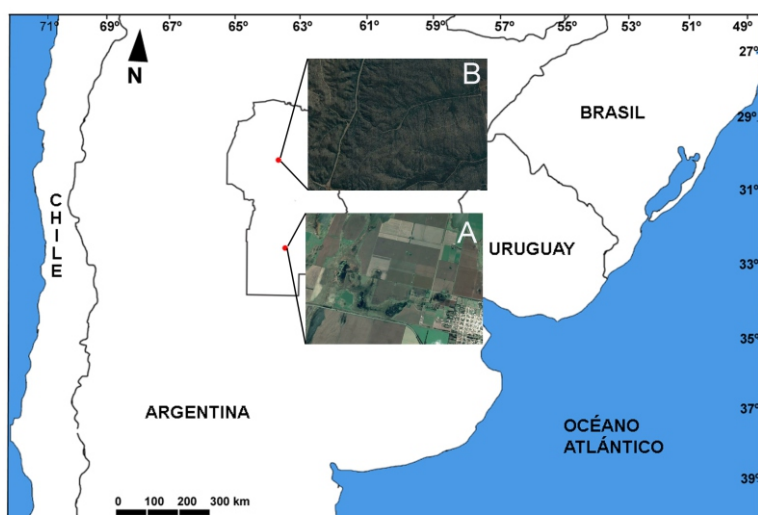


Figura 2. Sitios de colecta. En el mapa de la provincia de Córdoba se indican los sitios de colecta de los ambientes comparados. A, agroecosistema del sur de Córdoba; B, bosque del noreste de Córdoba. Las imágenes satelitales fueron obtenidas de Google Earth Pro 7.3.2.5495. Fechas de la imágenes: A, 18 de abril de 2016; B, 25 de agosto de 2018. Mapa: F. Carezzano.

tiempos cortos de metamorfosis, lo que se traduce en adultos de menor tamaño (Warkentin, 1995; Ball & Baker, 1996; Touchon *et al.*, 2013). Es probable que los individuos del agroecosistema gasten más energía en la búsqueda de recursos, evento que también afecta el tamaño corporal. En relación a esto, Neckel-Oliveira & Gascón (2006) encontraron que los machos de *Phyllomedusa tarsius* (Cope, 1868) tienen mayor movilidad en hábitats fragmentados que en ambientes con vegetación continua de selva, donde existe suficiente refugio y disponibilidad de alimento.

El ancho de la boca (AB) es un factor importante en relación a las estrategias alimenticias ya que se sabe que esta variable se relaciona directamente con la plasticidad trófica (Duellman & Trueb, 1994). Si bien el AB en los ejemplares de *P. biligonigerus* provenientes del agroecosistema es mayor, lo cual supondría una mayor diversidad de presas (Guedes *et al.*, 2009) y, por consiguiente, una mejor condición corporal, esto no se evidencia en este estudio, ya que los resultados obtenidos son contradictorios. Se sabe que anuros que habitan humedales significativamente alterados por el hombre exhiben una dieta variada debido a sus características morfológicas y biológicas (López *et al.*, 2015), situación que podría estar ocurriendo con los ejemplares analizados. Para dilucidar este interrogante es necesario profundizar estudios sobre el nicho trófico de adultos de esta especie en agroecosistemas, ya que los existentes sólo se limitan a su estado larval (Bionda *et al.*, 2013).

Tanto en las hembras como en los machos de *P. biligonigerus* provenientes del agroecosistema se registraron valores menores en las variables asociadas a las extremidades (hembras: LB, LF, LT y LP; machos: LT y LP) en comparación con los ejemplares del bosque, lo cual afectaría sus actividades de desplazamiento. Se sabe que la locomoción está asociada a la eficiencia de forrajeo (Cortes Gómez *et al.*, 2016) por lo que estos valores se encuentran en concordancia con su menor valor de K, debido posiblemente a una dieta deficitaria. En este sentido, ecosistemas más productivos –como los bosques– presentan mayor biomasa de anfibios dado que la productividad primaria puede reflejarse en otros niveles tróficos, a través de la transferencia de energía (Deichmann *et al.*, 2011).

Si bien este trabajo solo se limita a datos

registrados sobre ejemplares provenientes de dos localidades de la amplia distribución de esta especie, se puede concluir que las diferencias halladas entre las poblaciones de *P. biligonigerus* analizadas se relacionarían con el nivel de perturbación antrópica, siendo los ejemplares del agroecosistema de menor talla y condición corporal.

## AGRADECIMIENTOS

A Mario R. Cabrera, Director del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) por permitirnos acceder a la Colección Herpetológica de la mencionada institución y por la lectura previa del manuscrito. A la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba por el subsidio otorgado. A dos revisores anónimos por las oportunas sugerencias realizadas que permitieron mejorar el presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amor, N.; Farjallah, S. & Said, K. 2009. Morphometric variation in the Tunisian green frog, *Rana saharica* (Anura: Ranidae). *African Zoology*, 44: 194-203.
- Babini, M. S.; Salasa, N. E.; Bionda, C. L. & Martino, L. A. 2015. Implicaciones de la urbanización en la presencia, distribución y ecología reproductiva de la fauna de anuros de una ciudad del área central de Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 188-195.
- Ball, S. L. & Baker, R. L. 1996. Predator-induced life history changes: antipredator behavior costs or facultative life history shifts? *Ecology*, 77: 1116-1124.
- Baraquet, M.; Grenat, P. R.; Salas, N. E. & Martino, A. L. 2012. Variación morfométrica y geográfica entre poblaciones de *Hypsiboas cordobae* (Anura: Hylidae) en Argentina. *UNED Research Journal*, 4: 147-151.
- Bionda, C. L.; Luque, E.; Gari, N.; Salas, N. E.; Lajmanovich, R. C. & Martino, A. L. 2013. Diet of tadpoles of *Physalaemus*

- biligonigerus* (Leiuperidae) from agricultural ponds in the central region of Argentina. *Acta Herpetologica*, 8: 141-146.
- Blackburn, D. C. 2008. A new species of *Cardioglossa* (Amphibia: Anura: Arthroleptidae) endemic to Mount Manengouba in the Republic of Cameroon, with an analysis of morphological diversity in the genus. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154: 611-630.
- Blaustein, A. R. & Wake, D. B. 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 203-204.
- Blaustein, A.; Wake, D. & Sousa, W. 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, 8: 60-71.
- Brown, A.; Martínez Ortiz, U.; Acerbi, M. & Corcuera, J. (Eds.) 2005. *La situación ambiental Argentina*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006. 31pp.
- Cabido, M. 2008. *Impacto de la agricultura sobre la extensión, distribución y biodiversidad de ecosistemas naturales*. In: Solbrig, O. & Adámoli, J. (coords.). *Agro y ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable*. Capítulo 7. Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina, Buenos Aires, pp. 1-38.
- Carezzano, F. J. & Cabrera, M. R. 2010. Morfohistología del testículo de *Physalaemus biligonigerus* (Amphibia, Leiuperidae) en un ecosistema agrícola. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 21: 39-42.
- Carezzano, F.; Urquiza, S.; Dorflinger, K. & Alonso, M. 2013a. Morfohistología testicular de *Odontophrynus americanus*: (Dumeril & Bibrón, 1841) (Anura, Odontophrynidae) de Argentina. *The Biologist (Lima)* 11: 119-129.
- Carezzano, F.; Urquiza, S.; Dorflinger, K. & Alonso, M. 2013b. Morfohistología testicular de *Ceratophrys ornata* (Bell 1843) (Ceratophryidae: Anura: Amphibia). *Iheringia, Série Zoologia*, 103: 190-194.
- Cei, J. M. 1980. Amphibians of Argentina. *Monitore Zoologico Italiano, (N.S.) Monografia*, 2: 1-609.
- Cortes-Gómez, A. M.; Ramírez-Pinilla, M. P. & Urbina-Cardona, N. 2016. *Protocolo para la medición de rasgos funcionales en anfibios*. In: Salgado-Negret B. (ed.). *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia, pp. 126-179.
- Deichmann, J.L.; Lima, A.P. & Williamson, G.B. 2011. Effects of geomorphology and primary productivity on Amazonian leaf litter herpetofauna. *Biotropica*, 43: 149-156.
- Delgado-Acevedo, J. & Restrepo, C. 2008. The contribution of habitat loss to changes in body size, allometry, and bilateral asymmetry in two *Eleutherodactylus* frogs from Puerto Rico. *Conservation Biology*, 22: 773-782.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. 1994. *Biology of Amphibians*. London and Baltimore, The Johns Hopkins University Press. 670pp.
- Fabrezi, M. 2006. Morphological evolution of Ceratophryinae (Anura, Neobatrachia). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 44: 153-166.
- Fulton, T. 1904. The rate of growth of fishes. 22<sup>nd</sup> Annual Report of the Fishery Board of Scotland, 1904,3: 141-241.
- Goede, R. R. & Barton, B. A. 1990. Organismic indices and an autopsy-bases assessment as indicators of health and condition of fish. *American Fisheries Society, Symposium*, 8: 93-108.
- Grenat, P. R.; Salas, N. E. & Martino, A. L. 2012. Variación morfométrica intra e interespecífica entre poblaciones de *Odontophrynus* (Anura: Cycloramphidae) del área central de Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 60: 1589-1601.
- Guedes, N. M. P.; Guedes, R. N. C.; Silva, L. B. & Cordeiro, E. M. G. 2009. Deltamethrin-induced feeding plasticity in pyrethroid-susceptible and -resistant strains of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Journal of Applied Entomology*, 133: 524-532.
- Houlahan, J. E.; Findlay, C. S.; Schmidt, B. R.; Meyer, A. H. & Kuzmin, S. L. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404 : 752-755.



- IUCN. 2019. The IUCN red list of threatened species. Versión 2018.2. Consultado el 31 de enero del 2019.
- Jilani, M. J.; Rais, M.; Asadi, M. A. & Mahmood, T. 2018. Comparison of morphometric and gravimetric measurements of Common Skittering Frog (*Euphlyctis cyanophlyctis*) from paddy fields and urban wetlands. *Journal of King Saud University-Science*, 30: 404-411.
- Knutson, M. G.; Richardson, W. B.; Reineke, D. M.; Gray, B. R.; Parmelee, J. R. & Weick, S. E. 2004. Agricultural ponds support amphibian populations. *Ecological Applications*, 14: 669-684.
- Kruskal, W. & Wallis, A. W. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47: 583-621.
- Lavilla, E. O. & Heatwole, H. 2010. *Status of amphibian conservation and decline in Argentina*. In: Heatwole, H. (ed.) *Amphibian biology. Status of decline of Amphibians: western hemisphere*. vol. 9. Chipping Norton, Surrey Beatty & Sons, pp. 30-78.
- Levene, H. 1960. *Robust tests for equality of variances*. In: Olkin, I.; Ghurye, S. G.; Hoefding, W.; Madow, W. G. & Mann, H. B. (eds.). *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*. Stanford University Press, pp. 278-292.
- Lips, K. R.; Burrowes, P. A., Mendelson, J. R. & Parra-Olea, G. 2005. Amphibian Declines in Latin America: Widespread Population Declines, Extinctions, and Impacts. *Biotropica*, 37: 163-165.
- López, J. A., Scarabotti, P. A. & Ghirardi, R. 2015. Amphibian trophic ecology in increasingly human-altered wetlands. *Herpetological Conservation & Biology*, 10: 819-832.
- Lüddecke, H. 2002. Variation and trade-off in reproductive output of the Andean frog *Hyla labialis*. *Oecologia*, 130: 403-410.
- Maneyro, R. & Arrieta, D. 2000. Reporte de variaciones morfológicas en ejemplares de *Bufo arenarum* Hensel 1867, con comentarios sobre el grupo marinus. *Boletín de la Sociedad zoológica del Uruguay*, 12: 1-13.
- Marin Da Fonte, L. F. 2010. *Variación morfológica e na estrutura do canto em Scinax granulatus (Peters, 1871) (Anura, Hylidae)*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. 76pp.
- Matías-Ferrer, N. & Escalante, P. 2015. Size, body condition, and limb asymmetry in two hylid frogs at different habitat disturbance levels in Veracruz, Mexico. *The Herpetological Journal*, 25: 169-176.
- Méndez, M. A.; Soto, E. R.; Correa, C.; Veloso, A.; Vergara, E.; Sallaberry, M. & Iturra, P. 2004. Morphological and genetic differentiation among Chilean populations of *Bufo spinulosus* (Anura: Bufonidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 77: 559-567.
- Neckel-Oliveira, S. & Gascon, C. 2006. Abundance, body size and movement patterns of a tropical treefrog in continuous and fragmented forests in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 128: 308-315.
- Neff, B. & Cargnelli, L. 2004. Relationships between condition factors, parasite load and paternity in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 297-304.
- Otero, M. A.; Pollo, F. E.; Grenat, P. R.; Salas, N. E. & Martino, A. L. 2018. Differential effects on life history traits and body size of two anuran species inhabiting an environment related to fluorite mine. *Ecological Indicators*, 93: 36-44.
- Peltzer, P. & Lajmanovich, R. 1999. Análisis trófico en dos poblaciones de *Scinax nasicus* (Anura:Hylidae) de Argentina. *Alytes*, 16: 84-96.
- Reading, C. J. 1990. A comparison of size and body weights of common toads (*Bufo bufo*) from two sites in Southern England. *Amphibia. Reptilia*, 11: 155-163.
- Reaser, J. K. 1996. The elucidation of amphibian declines: are amphibian populations disappearing? *Amphibian and Reptile Conservation*, 1: 4-9.
- Relyea, R. A. 2007. Getting out alive: how predators affect the decision to metamorphose. *Oecologia*, 152: 389-400.
- Rohlf, F. J. 1990. Morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 299-316.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. 1965. An analysis of



- variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52: 591-611.
- Silva, S. M. R.; Ewbank, A. C.; Strefezzi, R.; Alvarado, G.; Sacristan, C.; Paula, C. D. & Catão-Dias, J. L. 2017. Comparative leukocyte morphometric analysis between endemic anurans from Brazil and the invasive species *Lithobates catesbeianus*. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 54: 159-167.
- Simon, E.; Puky, M.; Braun, M. & Tóthmérész, B. 2011. *Frogs and toads as biological indicators in environmental assessment*. In: Murray, J. L. (ed.) *Frogs: Biology, ecology and uses*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers Inc. 1223pp.
- Sinsch, U.; Schneider, H.; Kaya, U & Arikan, H. 2002. The water frogs (Anura: Ranidae) of Turkey: A morphometric view on systematics. *Herpetological Journal*, 12:141-153.
- Spear, P. A.; Boily, M.; Giroux, I.; DeBlois, C.; Leclair, M. E.; Levasseur, M. & Leclair, R. 2009. Study design, water quality, morphometrics and age of the bullfrog, *Rana catesbeiana*, in sub-watersheds of the Yamaska River drainage basin, Québec, Canada. *Aquatic Toxicology*, 91: 110-117.
- Stebbins, R. C. & Cohen, N. W. 1995. *A natural history of amphibians*. Princeton University Press, New Jersey. 336pp.
- Stuart, S. N.; Chanson, J. S.; Cox, N. A.; Young, B. E.; Rodrigues, A. S.; Fischman, D. L. & Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306: 1783-1786.
- Sztatecsny, M. & Schabetsberger, R. 2005. Into thin air: vertical migration, body condition, and quality of terrestrial habitats of alpine common toads, *Bufo bufo*. *Canadian Journal of Zoology*, 83: 788-796.
- Thammachoti, P.; Khonsue, W.; Kitana, J.; Varanusupakul, P. & Kitana, N. 2012. Morphometric and gravimetric parameters of the rice frog *Fejervarya limnocharis* living in areas with different agricultural activity. *Journal of Environmental Protection*, 3: 1403-1408.
- Touchon, J. C.; Jiménez, R. R.; Abinette, S. H.; Vonesh, J. R. & Warkentin, K. M. 2013. Behavioral plasticity mitigates risk across environments and predators during anuran metamorphosis. *Oecologia*, 173: 801-811.
- Vences, M.; Puente, M.; Nieto, S. & Vieites, D. R. 2002. Phenotypic plasticity of anuran larvae: environmental variables influence body shape and oral morphology in *Rana temporaria* tadpoles. *Journal of zoology*, 257: 155-162.
- Verga, E. G.; Peluc, S. I.; Landi, M. A. & Galetto, L. 2018. Efecto de la fragmentación del bosque sobre las fuentes potenciales de alimento para aves en Córdoba. *Ecología Austral*, 28: 339-352.
- Wake, D. B. & Vredenburg, V. T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, 105: 11466-11473.
- Warkentin, K. M. 1995. Adaptive plasticity in hatching age: a response to predation risk trade-offs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92: 3507-3510.
- Zelditch, M. L.; Lundrigan, B. L. & Garland, T. 2004. Developmental regulation of skull morphology. I. Ontogenetic dynamics of variance. *Evolution & development*, 6: 194-206.

Received October 6, 2018.  
Accepted February 3, 2019.